

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-021723

(43)Date of publication of application : 24.01.2003

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

G02B 6/30

G02B 6/42

H04B 10/02

(21)Application number : 2001-205750

(71)Applicant : PHOTONIXNET CORP

(22)Date of filing : 06.07.2001

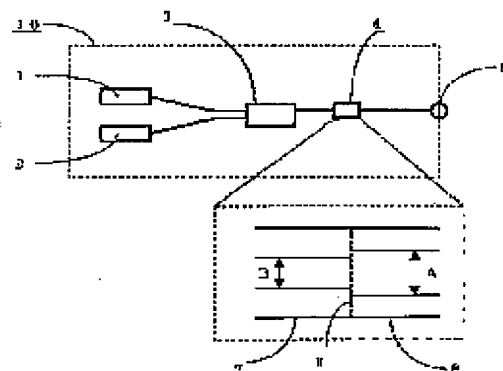
(72)Inventor : OTA TAKESHI

(54) MODE CUT FILTER AND OPTICAL TRANSMITTER-RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a short wave optical transmitter-receiver which is usable in an optical fiber having a single transmission mode in a long wavelength region.

SOLUTION: An optical transmitter-receiver furnished with a mode cut filter which is composed by connecting an optical fiber or an optical waveguide having a single transmission mode for a long wavelength (wavelength is 1.2 to 1.7 μm) and an optical fiber or an optical waveguide having a single transmission mode for short wavelength (wavelength is 0.6 to 1.0 μm) is provided. With this composition, a high order mode which is generated when a short wavelength light is transmitted in the optical cable having a single transmission mode for long wavelength is eliminated, thus a wide band transmission is performed by using an inexpensive short wavelength optical transmitter-receiver.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPD and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The mode cut-off filter characterized by connecting the 1st optical fiber which has a single transmission mode in the 1st wavelength, and the 2nd optical fiber which produces a multiplex transmission mode in the 1st wavelength of the above, and has a single transmission mode in the 2nd wavelength with wavelength longer than the 1st wavelength of the above.

[Claim 2] The mode cut-off filter characterized by connecting the 2nd optical fiber which has a single transmission mode in the 1st optical fiber which has a single transmission mode in the wavelength of 0.60 micrometers thru/or the existing wavelength of 1.0 micrometers, the wavelength of 1.20micro, or the existing wavelength of 1.70 micrometers.

[Claim 3] The mode cut-off filter characterized by for the 1st optical fiber especially having a single transmission mode especially in the wavelength of 0.75 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.88 micrometers, and the 2nd optical fiber having a single transmission mode in the mode cut-off filter of claim 2 **** in the wavelength of 1.30micro thru/or the existing wavelength of 1.65 micrometers.

[Claim 4] The mode cut-off filter characterized by connecting the optical waveguide which has a single transmission mode in the 1st wavelength, and the optical fiber which produces a multiplex transmission mode in the 1st wavelength of the above, and has a single transmission mode in the 2nd wavelength with wavelength longer than the 1st wavelength of the above.

[Claim 5] The mode cut-off filter characterized by connecting the optical fiber which has a single transmission mode in the optical waveguide which has a single transmission mode in the wavelength of 0.60 micrometers thru/or the existing wavelength of 1.0 micrometers, the wavelength of 1.20micro, or the existing wavelength of 1.70 micrometers.

[Claim 6] The mode cut-off filter characterized by for said optical waveguide especially having a single transmission mode especially in the wavelength of 0.75 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.88 micrometers, and said optical fiber having a single transmission mode in a mode cut-off filter according to claim 5 in the wavelength of 1.30micro thru/or the existing wavelength of 1.65 micrometers.

[Claim 7] The mode cut-off filter characterized by connecting the optical fiber which has a single transmission mode in the 1st wavelength, and the optical waveguide which produces a multiplex transmission mode in the 1st wavelength of the above, and has a single transmission mode in the 2nd wavelength with wavelength longer than the 1st wavelength of the above.

[Claim 8] The mode cut-off filter characterized by connecting the optical waveguide which has a single transmission mode in the optical fiber which has a single transmission mode in the wavelength of 0.60 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.90 micrometers, the wavelength of 1.20micro, or the existing wavelength of 1.70 micrometers.

[Claim 9] The mode cut-off filter characterized by for said optical fiber especially having a single transmission mode especially in the wavelength of 0.75 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.88 micrometers, and said optical waveguide having a single transmission mode in a mode cut-off filter according to claim 8 in the wavelength of 1.30micro thru/or the existing wavelength of 1.65 micrometers.

[Claim 10] The mode cut-off filter characterized by connecting the 1st optical waveguide which has a single transmission mode in the 1st wavelength, and the 2nd optical waveguide which produces a multiplex transmission mode in the 1st wavelength of the above, and has a single transmission mode in the 2nd wavelength with wavelength longer than the 1st wavelength of the above.

[Claim 11] The mode cut-off filter characterized by connecting the 2nd optical waveguide which has a single transmission mode in the 1st optical waveguide which has a single transmission mode in the wavelength of 0.60 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.90 micrometers, the wavelength of 1.20micro, or the existing wavelength of 1.70 micrometers.

[Claim 12] The mode cut-off filter characterized by for said 1st optical waveguide especially having a single transmission mode especially in the wavelength of 0.75 micrometers thru/or the existing wavelength of 0.88 micrometers, and said 2nd optical waveguide having a single transmission mode in a mode cut-off filter according

to claim 11 in the wavelength of 1.30micro thru/or the existing wavelength of 1.65 micrometers.

[Claim 13] The optical transmitter-receiver characterized by having the light source, a photo detector, claim 1, or the mode cut-off filter of 12.

[Claim 14] It is the optical transmitter-receiver characterized by said light source being the semiconductor device formed on the GaAs substrate in the optical transmitter-receiver of claim 13 publication.

[Claim 15] It is the optical transmitter-receiver characterized by said photo detector being the semiconductor device formed on Si substrate in the optical transmitter-receiver of claim 13 publication.

[Claim 16] It is the optical transmitter-receiver characterized by said photo detector being the semiconductor device formed on the GaAs substrate in the optical transmitter-receiver of claim 13 publication.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention] This invention relates to a mode cut-off filter and an optical transmitter-receiver.

[0001]

[Description of the Prior Art] The optical fiber called the so-called single mode fiber is used widely. Although this is the generic name of the optical fiber with which only what has a single transmission mode exists in a wide sense, in the wavelength of 1.2 micrometers or more of outlines, a transmission mode points out a single optical fiber to a narrow sense. In the single mode fiber of such a narrow sense, the core diameter was usually about 10 micrometers.

[0002] It is known that two or more transmission modes will stand on it if it is going to let 0.78-micrometer light pass to the single mode fiber of such a narrow sense. Drawing 4 is the schematic diagram showing such relation. It is in drawing 4 (a), and when D_a is 10 micrometers, and it is $\lambda_{daa}=1.3$ micrometer, only the single mode spreads. However, when this is $\lambda_{dab}=0.78$ micrometer, as shown in drawing 4 (b), two or more transmission modes will arise. If a core diameter $D_b=6$ micrometer optical fiber is used in the case of $\lambda_{dab}=0.78$ micrometer, also in λ_{dab} , a transmission mode will become single.

[0003] It is known that the problem of the delay between the modes resulting from the optical path difference between transmission modes (DMD: Differential Mode Delay) will arise if there are two or more transmission modes, and the upper limit of transmission speed will fall remarkably. Therefore, when performing high-speed optical communication, it cannot be used in the condition that two or more transmission modes stand.

[0004] The thing with a wavelength of 1.3 micrometers (or wavelength of 1.5 micrometers) of the semiconductor laser which is the light source for optical transceiver machines on the other hand is expensive compared with a thing with a wavelength of 0.78 micrometers (or wavelength of 0.85 micrometers). The semiconductor laser of long wavelength (wavelength of 1.2 micrometers thru/or 1.70 micrometers) is made for this on an InP substrate, and it originates in the semiconductor laser of short wavelength (wavelength of 0.6 micrometers thru/or 0.9 micrometers) being formed on a GaAs substrate. The semiconductor laser of short wavelength is produced in large quantities for [, such as a compact disk and DVD,] optical disks, and the price of a related ingredient, a related manufacturing facility, etc. have fallen. On the other hand, since the application had been restricted to optical communication, the semiconductor laser of an InP system had the ingredient and the expensive manufacturing facility.

[0005] Moreover, since the photodiode made from Si or the photodiode made from GaAs was used with short wavelength (wavelength of 0.6 micrometers thru/or 0.9 micrometers) also about the photodiode which is a light-receiving device, it was cheap. On the other hand, that [long wavelength (wavelength / of 1.2 micrometers / thru/or 1.70 micrometers)] was expensive in order to be made from InP.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In recent years, it craves for the optical transmitter-receiver of a low price in the so-called access network. For low-pricing, the optical transmitter-receiver of the above-mentioned short wavelength is more advantageous by the above-mentioned reason. However, it is in a difficult situation for a lot of single mode fibers (above a long wave setting to a long field optical fiber with a single transmission mode) to already be laid, and to lay the optical fiber with which core diameters differ newly.

[0007] This invention aims at a transmission mode realizing an usable short wave Nagamitsu transmitter-receiver in a single optical fiber in a long wavelength field in view of such a situation.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the optical transmitter-receiver of this invention was equipped with the mode cut-off filter which connected and constituted an optical fiber or optical waveguide with a single transmission mode in an optical fiber or optical waveguide with a single transmission mode, and short wavelength (wavelength 0.6 thru/or 1.0 micrometers) in long wavelength (wavelength 1.2 thru/or 1.7 micrometers). Since the higher mode produced when a transmission mode transmits the light of short wavelength to a single optical fiber in long wavelength by this configuration is removable, it becomes possible to perform broadband transmission using the short wave Nagamitsu transmitter-

receiver carrying a cheap luminescence device and a light-receiving device. Moreover, it is characterized by choosing the operating wavelength (wavelength 1.30 thru/or 1.65 micrometers) of cheap GaAs-AlGaAs semiconductor laser (wavelength 0.75 thru/or 0.88 micrometers) and the most general optical single mode optical fiber for a communication link especially. By this configuration, it is low cost most and a large application field can be expected.

[0009]

[Embodiment of the Invention] example ***** explanation of the following and this invention — it carries out.

[0010] The schematic diagram of the 1st example of the optical transmitter-receiver of this invention is shown in [1st example] drawing 1. The optical transmitter-receiver 10 of this invention consists of semiconductor laser 1, the photodiode 2, the WDM (wavelength multiplexing) optical fiber coupler 3, and the mode cut-off filter 4. Semiconductor laser 1 uses the AlGaAs system laser which grew on the GaAs substrate. Moreover, the photo detector 2 uses the Si-PIN photodiode which grew on Si substrate.

[0011] In the interface 9, as for the mode cut-off filter 4, the optical fiber 7 of core diameter B (= 6 micrometers) and the optical fiber 8 of core diameter A (= 10 micrometers) are welded so that the shafts of both optical fiber may carry out abbreviation coincidence. As for light with a wavelength of 0.78 micrometers (or 0.85 micrometers), only the single mode is transmitted in the optical fiber 7 side of the mode cut-off filter 4. the light of such short wavelength from an optical fiber 7 side — the minimum by the side of an optical fiber 8 — it combines with the following mode.

[0012] Although light with a wavelength wavelength of 0.78 micrometers (or 0.85 micrometers) can spread two or more transmission modes in the optical fiber 8 side of a mode cut-off filter, among the light from an optical fiber 8 side, with the core of an optical fiber 7, the light of transmission modes other than the lowest order mode of an optical fiber 8 will not be able to exist, but will be emitted to the cladding layer of an optical fiber 7, and will be decreased.

[0013] if it works so that only the lowest order mode of the established optical fiber for transmission with a thick core diameter may be excited if it is in a transmitting side since the mode cut-off filter 4 shows the above behavior, and it is in a receiving side — the minimum of a fiber with a thick core diameter — to remove the modes other than a degree will be served. By the transmitting side, even if it excites only the lowest order mode of an optical fiber with a thick core diameter, the mode transformation from lowest order mode to the higher mode arises in a part for the bend section of an optical fiber etc., and the problem of the above-mentioned delay between the modes may be caused. A mode cut-off filter can remove the higher-mode light produced by such mode transformation in the receiving side.

[0014] In addition, although preparing a mode cut-off filter only in a receiving side is also considered and there is nothing that there is nothing, when a lot of higher mode is generated at the time of transmission, the mode transformation from the higher mode to lowest order mode may happen. In this case, where [on a transmission line] mode transformation arises, and into the light of the lowest order mode received since ***** a phenomenon equivalent to mode Seki delay arises substantially, and a transmission band is restricted. Therefore, it is desirable to form the mode cut-off filter 4 in both transmitter-receipt side. The 1st example of this invention shown in drawing 1 fulfills such conditions.

[0015] As for the wavelength of semiconductor laser 1, 0.78 micrometers thru/or 0.85 micrometers are used in drawing 1. The light (for example, wavelength of 0.78 micrometers) from semiconductor laser 1 is sent out from a transmit port 6 through the WDM coupler 3 and the mode cut-off filter 4 outside. The sent lightwave signal (for example, wavelength of 0.85 micrometers) is sent to a photodiode 2 through the mode cut-off filter 4 and the WDM coupler 3 from the outside on the contrary.

[0016] Moreover, if possible, the optical transmitter-receiver which set wavelength of semiconductor laser 1 to 0.85 micrometers is prepared for this optical transmitter-receiver and pair. In this case, in drawing 1, the light (wavelength of 0.85 micrometers) from semiconductor laser 1 is sent out from a transmit port 6 through the WDM coupler 3 and the mode cut-off filter 4 outside. The sent lightwave signal (for example, wavelength of 0.78 micrometers) is sent to a photodiode 2 through the mode cut-off filter 4 and the WDM coupler 3 from the outside on the contrary.

[0017] Drawing 2 is the schematic diagram showing the situation of the communication link by the optical transmitter-receiver of this invention. 1st optical transmitter-receiver 10a transmits light with a wavelength of 0.78 micrometers, and 2nd optical transmitter 10b is designed so that 0.85-micrometer light may be transmitted. For this reason, wavelength is changed by going up and going down with one optical fiber, and the so-called 1 heart bidirectional transmission is realized.

[0018] In addition, although this example showed the optical transmitter-receiver of 1 heart bidirectional transmission, it cannot be overemphasized that this invention is applicable to the optical transmitter-receiver using a separate optical fiber by the transmitting line and the receiving line. Moreover, in this example, although the method which changes wavelength by going up and going down was adopted, it is also possible to apply this invention in the 1 heart bidirectional transmission system using the same wavelength by going up and going

down. In that case, what is necessary is to replace with the WDM light coupler 3 and just to use the usual optical fiber coupler in drawing 1.

[0019] Moreover, although the AlGaAs system laser (wavelength 0.75 thru/or 0.88 micrometers) which grew on the GaAs substrate as semiconductor laser 1 of the light source was used in this example, it is also possible to use the AlGaAs-GaInAs distortion quantum well laser (wavelength of 0.9 micrometers thru/or 1.0 micrometers) which grew on the AlGaInP system laser (wavelength of 0.63 micrometers thru/or 0.68 micrometers) which grew on the GaAs substrate, or a GaAs substrate. Furthermore, it is also possible to use the light emitting diode of the same ingredient system as the above instead of semiconductor laser. The light emitting device which grew on these GaAs(es) substrate can be manufactured to low cost compared with the light emitting device which grew on the InP substrate. And especially AlGaAs system laser (wavelength 0.75 thru/or 0.88 micrometers) is low cost in this. Therefore, as for the property of the mode cut-off filter 4, it is desirable especially to design according to this wavelength field.

[0020] Moreover, although Si-PIN diode was used by this example as a photo detector 2, Si-APD of high sensitivity may be used. The photodiode which grew on Si substrate can be manufactured by low cost rather than the photo detector which grew on the InP substrate. However, light-receiving sensibility has sensibility only in short wavelength from near 1.0 micrometer. Moreover, it can replace with Si system photodiode and a GaAs system photodiode can also be used. A GaAs system photodiode is low cost from an InP system photodiode, and high-speed operation is more possible for it than Si system photodiode. If it is a GaAs system photodiode, there is an advantage that it is possible to make it operate at the rate of 2.5Gbps or 10Gbps. Si system photodiode is difficult for the actuation by 2.5Gbps or more.

[0021] And there are many especially things designed so that it might be used for an established single mode fiber in 1.3 to 1.65 micrometers, and it is desirable especially to double the property of the mode cut-off filter 4 with this wavelength field.

[0022] [2nd example] drawing 3 is the plan showing the optical transmitter-receiver of the 2nd example of this invention. In this example, on the plane optical waveguide substrate 11, the WDM coupler 14 is constituted and the mode cut-off filter 13 is formed by the joint 13 of an optical fiber 12 and the plane waveguide substrate 11. About semiconductor laser 1 and a photo detector 2, it is the same as that of the 1st example shown in drawing 1. The mode cut-off filter 13 in this example has made small the cross section of the waveguide 15 on the plane optical waveguide substrate 11, and it is made to be a single mode by the short wavelength side. Since an optical fiber 12 is the usual single mode optical fiber for transmission (long wave merit optical fiber with a single transmission mode), in short wavelength, two or more transmission modes exist in the optical fiber 12. A mode cut-off filter is realizable by connecting an optical fiber 12 with optical waveguide 15 as mentioned above.

[0023] this example -- a short wavelength side -- the plane optical waveguide of a single mode, and a long wave -- although the mode cut-off filter was constituted from a merit side combining the optical fiber of a single mode -- opposite -- a short wavelength side -- the optical fiber of a single mode, and a long wave -- a mode cut-off filter can also consist of merit sides combining the plane optical waveguide of a single mode. Furthermore, a mode cut-off filter can also be made from a short wavelength side combining the plane waveguide of a single mode by the plane optical waveguide [of a single mode], and long wavelength side.

[0024] Moreover, although the cross section of optical waveguide was changed and the transmission mode was changing the single wavelength range in the above-mentioned explanation or it changed the core diameter of an optical fiber, a transmission mode is able to change single wavelength by changing not a core diameter but the refractive-index difference of a core and a clad.

[0025]

[Effect of the Invention] according to the optical transmitter-receiver which carried the mode cut-off filter of this invention -- a low price short wave Nagamitsu transmitter and an established long wave -- the broadband signal transmission which the problem of delay between the modes does not produce is realizable using the single mode optical fiber for merits.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing the configuration of the optical transmitter-receiver of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the schematic diagram showing the situation of the communication link by the optical transmitter-receiver of the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is the plan showing the configuration of the optical transmitter-receiver of the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] It is a schematic diagram explaining a transmission mode becoming single with a core diameter and wavelength, or becoming plurality.

[Description of Notations]

1 -- Semiconductor laser, 2, -- photo detector, 3 -- WDM (wavelength multiplexing) optical fiber coupler, 4 -- A mode cut-off filter, 6 -- The input/output port of the optical transmitter-receiver 10, 7 -- The 1st optical fiber (in short wavelength, a transmission mode is single), 8 -- The 2nd optical fiber (in long wavelength, a transmission mode is single), 9, the welding side of the 1st optical fiber 7 and the 2nd optical fiber 8, 10, 10a, 10b [-- A mode cut-off filter, 14 / -- A WDM (wavelength multiplexing) optical fiber coupler, 15 / -- Optical waveguide.] -- The optical transmitter-receiver of the 1st example, 11 -- A plate-like optical waveguide substrate, 12 -- An optical fiber, 13

[Translation done.]

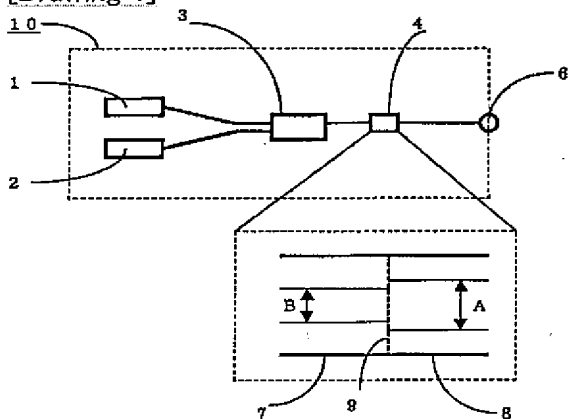
*** NOTICES ***

JPO and NCiPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

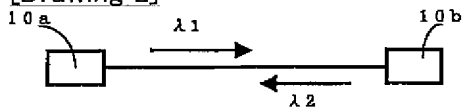
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

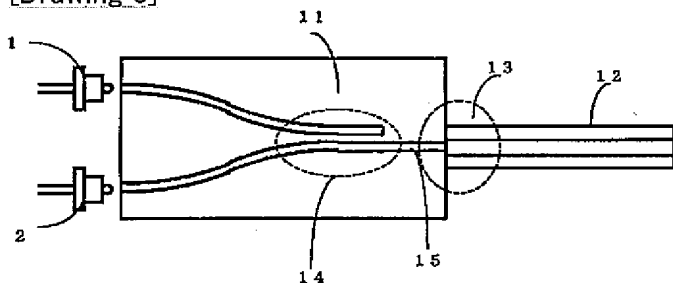
[Drawing 1]



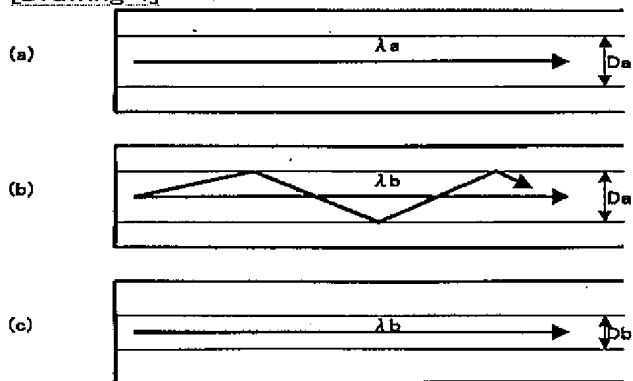
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-21723

(P2003-21723A)

(43)公開日 平成15年1月24日(2003.1.24)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 2 B 6/00	3 0 6	G 0 2 B 6/00	2 H 0 3 7
		6/30	2 H 0 3 8
		6/42	5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	V

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-205750(P2001-205750)

(22)出願日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(71)出願人 300029499

フォトニクスネット株式会社

東京都千代田区神田小川町3-20

(72)発明者 太田 猛史

東京都千代田区神田小川町3-20 フォト
ニクスネット株式会社内

(74)代理人 100086531

弁理士 澤田 俊夫

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 BA24 DA03

DA04 DA06 DA16

2H038 AA21 BA26

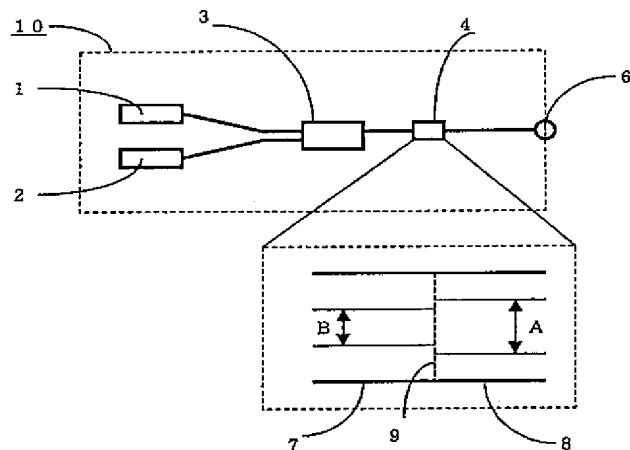
5K002 BA02 CA03 FA02

(54)【発明の名称】 モードカットフィルタ及び光送受信機

(57)【要約】

【課題】 既設の通信用光ファイバケーブルは長波長(1.2ないし1.7 μ m)において伝送モードが単一となるようになっていた。このような光ファイバと安価な短波長(波長0.6ないし1.0 μ m)用光送受信機を組み合わせると、複数の伝送モードが生じてモード遅延のために広帯域の伝送が困難であった。

【手段】 長波長(波長1.2ないし1.7 μ m)において伝送モードが単一の光ファイバもしくは光導波路と、短波長(波長0.6ないし1.0 μ m)において伝送モードが単一の光ファイバもしくは光導波路とを接続して構成したモードカットフィルタを備えた光送受信機を提供する。この構成によって長波長において伝送モードが単一の光ファイバに短波長の光を伝送した場合に生じる高次モードを除去することができるので、安価な短波長光送受信機を用いて広帯域伝送を行うことが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の波長において単一の伝送モードを有する第1の光ファイバと、上記第1の波長において多重の伝送モードを生じ上記第1の波長より波長が長い第2の波長において単一の伝送モードを有する第2の光ファイバとを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項2】 波長0.60 μ mないし1.0 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する第1の光ファイバと波長1.20 μ mないし1.70 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する第2の光ファイバとを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項3】 請求項2記載のモードカットフィルタにおいて、第1の光ファイバが特に波長0.75 μ mないし0.88 μ mのある波長において単一の伝送モードを有し、かつ、第2の光ファイバが特に波長1.30 μ mないし1.65 μ mのある波長において単一の伝送モードを有することを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項4】 第1の波長において単一の伝送モードを有する光導波路と、上記第1の波長において多重の伝送モードを生じ上記第1の波長より波長が長い第2の波長において単一の伝送モードを有する光ファイバとを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項5】 波長0.60 μ mないし1.0 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する光導波路と波長1.20 μ mないし1.70 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する光ファイバとを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項6】 請求項5記載のモードカットフィルタにおいて、前記光導波路が特に波長0.75 μ mないし0.88 μ mのある波長において単一の伝送モードを有し、かつ、前記光ファイバが特に波長1.30 μ mないし1.65 μ mのある波長において単一の伝送モードを有することを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項7】 第1の波長において単一の伝送モードを有する光ファイバと、上記第1の波長において多重の伝送モードを生じ上記第1の波長より波長が長い第2の波長において単一の伝送モードを有する光導波路とを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項8】 波長0.60 μ mないし0.90 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する光ファイバと波長1.20 μ mないし1.70 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する光導波路とを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項9】 請求項8記載のモードカットフィルタにおいて、前記光ファイバが特に波長0.75 μ mないし0.88 μ mのある波長において単一の伝送モードを有し、かつ、前記光導波路が特に波長1.30 μ mないし1.65 μ mのある波長において単一の伝送モードを有することを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項10】 第1の波長において単一の伝送モードを有する第1の光導波路と、上記第1の波長において多重の伝送モードを生じ上記第1の波長より波長が長い第2の波長において単一の伝送モードを有する第2の光導波路とを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項11】 波長0.60 μ mないし0.90 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する第1の光導波路と波長1.20 μ mないし1.70 μ mのある波長において単一の伝送モードを有する第2の光導波路とを接続したことを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項12】 請求項11記載のモードカットフィルタにおいて、前記第1の光導波路が特に波長0.75 μ mないし0.88 μ mのある波長において単一の伝送モードを有し、かつ、前記第2の光導波路が特に波長1.30 μ mないし1.65 μ mのある波長において単一の伝送モードを有することを特徴とするモードカットフィルタ。

【請求項13】 光源と受光素子と請求項1ないし12のモードカットフィルタとを備えたことを特徴とする光送受信機。

【請求項14】 請求項13記載の光送受信機において前記光源はGaAs基板上に形成された半導体デバイスであることを特徴とする光送受信機。

【請求項15】 請求項13記載の光送受信機において前記受光素子はSi基板上に形成された半導体デバイスであることを特徴とする光送受信機。

【請求項16】 請求項13記載の光送受信機において前記受光素子はGaAs基板上に形成された半導体デバイスであることを特徴とする光送受信機。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明はモードカットフィルタ及び光送受信機に関する。

【0001】

【従来の技術】 いわゆるシングルモードファイバと呼ばれる光ファイバが広く使われている。これは広義には伝送モードが単一のものしか存在しない光ファイバの総称であるが、狭義には、概略1.2 μ m以上の波長において伝送モードが単一の光ファイバを指す。このような狭義のシングルモードファイバでは通常コア径は10 μ m程度であった。

【0002】 このような狭義のシングルモードファイバに、例えば、0.78 μ mの光を通そうとすると複数の伝送モードが立ってしまうことが知られている。図4はこのような関係を示す概略図である。図4(a)にいてDaが10 μ mの時、 $\lambda_a=1.3\mu$ mの場合は単一のモードのみが伝播する。しかし、これが $\lambda_b=0.78\mu$ mの時は図4(b)に示すように複数の伝送モードが生じてしまう。 $\lambda_b=0.78\mu$ mの場合においても、コア径Db=6 μ mの光ファイバを用いると λ_b におい

でも伝送モードは単一となる。

【0003】伝送モードが複数あると伝送モード間の光路差に起因するモード間遅延(DMD: Differential Mode Delay)の問題が生じて、伝送速度の上限が著しく低下することが知られている。したがって、高速の光通信を行う場合は複数の伝送モードが立つような状態では使用できない。

【0004】一方、光送受信器用の光源である半導体レーザーは波長 $1.3\mu\text{m}$ (あるいは波長 $1.5\mu\text{m}$)のものは波長 $0.78\mu\text{m}$ (あるいは波長 $0.85\mu\text{m}$)のものに比べて高価である。これは、長波長(波長 $1.2\mu\text{m}$ ないし $1.70\mu\text{m}$)の半導体レーザーはInP基板上に作られ、短波長(波長 $0.6\mu\text{m}$ ないし $0.9\mu\text{m}$)の半導体レーザーはGaAs基板上に形成されることに起因している。短波長の半導体レーザーはコンパクトディスクやDVDなどの光ディスク用に大量に生産されており、関連する材料、製造設備などが低価格化している。一方、InP系の半導体レーザーは用途が光通信に限られてきたために、材料、製造設備が高価であった。

【0005】また、受光デバイスであるフォトダイオードについても、短波長(波長 $0.6\mu\text{m}$ ないし $0.9\mu\text{m}$)ではSi製のフォトダイオードあるいはGaAs製のフォトダイオードが使えるために安価であった。これに対して、長波長(波長 $1.2\mu\text{m}$ ないし $1.70\mu\text{m}$)のものはInPを材料とするために高価であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年、いわゆるアクセス網において低価格の光送受信機が渴望されている。低価格化のためには、上述の理由により上記の短波長の光送受信機の方が有利である。しかし、既に大量のシングルモードファイバ(上記長波長領域において伝送モードが単一の光ファイバ)が敷設されており、新規にコア径の異なる光ファイバを敷設することは難しい状況である。

【0007】本発明はこのような状況に鑑み、長波長領域において伝送モードが単一の光ファイバにおいて使用可能な短波長光送受信機を実現することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の光送受信機は、長波長(波長 1.2 ないし $1.7\mu\text{m}$)において伝送モードが単一の光ファイバもしくは光導波路と、短波長(波長 0.6 ないし $1.0\mu\text{m}$)において伝送モードが単一の光ファイバもしくは光導波路とを接続して構成したモードカットフィルタを備えた。この構成によって長波長において伝送モードが単一の光ファイバに短波長の光を送信した場合に生じる高次モードを除去することができるので、安価な発光デバイスと受光デバイスとを搭載した短波長光送受信機を用いて広帯域伝送を行うことが可能となる。また、特に安

価なGaAs-AlGaAs半導体レーザー(波長 0.75 ないし $0.88\mu\text{m}$)と最も一般的な通信用光シングルモード光ファイバの動作波長(波長 1.30 ないし $1.65\mu\text{m}$)を選択したことを特徴とする。この構成によって最も低コストでかつ広い適用領域を見込むことができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について説明する。

【0010】[第1実施例]図1に本発明の光送受信機の第1実施例の概略図を示す。本発明の光送受信機10は、半導体レーザー1、フォトダイオード2、WDM(波長多重)光ファイバカプラ3、モードカットフィルタ4から成り立っている。半導体レーザー1はGaAs基板上に成長したAlGaAs系レーザーを用いている。また受光素子2はSi基板上に成長したSi-PINフォトダイオードを用いている。

【0011】モードカットフィルタ4はコア径B(=6 μm)の光ファイバ7とコア径A(=10 μm)の光ファイバ8とが界面9において両者の光ファイバの軸同士が略一致するように溶接されている。モードカットフィルタ4の光ファイバ7側では波長 $0.78\mu\text{m}$ (あるいは $0.85\mu\text{m}$)の光は単一モードのみ伝送されている。光ファイバ7側からのこのような短波長の光は光ファイバ8側の最低次のモードに結合する。

【0012】モードカットフィルタの光ファイバ8側では波長波長 $0.78\mu\text{m}$ (あるいは $0.85\mu\text{m}$)の光は複数の伝送モードが伝播可能であるが、光ファイバ8側からの光の内、光ファイバ8の最低次モード以外の伝送モードの光は光ファイバ7のコアでは存在できず、光ファイバ7のクラッド層に放出されて減衰してしまう。

【0013】モードカットフィルタ4は上記のような挙動を示すので、送信側にあつてはコア径の太い既設の伝送用光ファイバの最低次モードのみを励起するように働き、受信側にあつてはコア径の太いファイバの最低次以外のモードを除去する働きをすることになる。送信側で、コア径の太い光ファイバの最低次モードのみを励起したとしても、光ファイバの曲がり部分などで最低次モードから高次モードへのモード変換が生じてしまい、前述のモード間遅延の問題を引き起こすことがある。モードカットフィルタは受信側でこのようなモード変換によって生じた高次モード光を除去することができる。

【0014】なお、受信側にのみモードカットフィルタを設けることも考えられなくはないが、送信時に大量の高次モードを発生させてしまうと、高次モードから最低次モードへのモード変換が起こり得る。この場合、伝送路上のどこでモード変換が生じるか予測不可能なため、受信された最低次モードの光の中に実質的にモード間遅延と同等の現象が生じてしまい、伝送帯域が制限される。したがって、送信側受信側双方にモードカットフィ

ルタ4を設けることが望ましい。図1に示した本発明の第1実施例はこのような条件を満たしている。

【0015】図1において、半導体レーザ1の波長は $0.78\mu\text{m}$ ないし $0.85\mu\text{m}$ が用いられている。半導体レーザ1からの光（例えば波長 $0.78\mu\text{m}$ ）はWDMカプラ3、モードカットフィルタ4を経て送信ポート6より外部へ送出される。反対に外部から送られてきた光信号（例えば波長 $0.85\mu\text{m}$ ）はモードカットフィルタ4、WDMカプラ3を経てフォトダイオード2へと送られる。

【0016】また、この光送受信機と対になるべく、半導体レーザ1の波長を $0.85\mu\text{m}$ とした光送受信機を用意する。この場合は図1において、半導体レーザ1からの光（波長 $0.85\mu\text{m}$ ）はWDMカプラ3、モードカットフィルタ4を経て送信ポート6より外部へ送出される。反対に外部から送られてきた光信号（例えば波長 $0.78\mu\text{m}$ ）はモードカットフィルタ4、WDMカプラ3を経てフォトダイオード2へと送られる。

【0017】図2は本発明の光送受信機による通信の様子を示す概略図である。第1の光送受信機10aは波長 $0.78\mu\text{m}$ の光を送信し、第2の光送受信機10bは $0.85\mu\text{m}$ の光を送信するように設計されている。このため、一本の光ファイバで上りと下りとで波長を変えていわゆる一芯双方向伝送が実現されている。

【0018】なお、本実施例では一芯双方向伝送の光送受信機を示したが、送信線と受信線とで別々の光ファイバを用いる光送受信機に本発明を適用できることは言うまでもない。また、本実施例においては、上りと下りとで波長を変える方式を採用したが、上りと下りとで同一波長を用いる一芯双方向伝送方式において本発明を適用することも可能である。その場合は、図1において、WDMカプラ3に代えて、通常の光ファイバカプラを用いれば良い。

【0019】また、本実施例では光源の半導体レーザ1としてGaAs基板上に成長したAlGaAs系レーザ（波長 $0.75\mu\text{m}$ ないし $0.88\mu\text{m}$ ）を用いたが、GaAs基板上に成長したAlGaInP系レーザ（波長 $0.63\mu\text{m}$ ないし $0.68\mu\text{m}$ ）あるいはGaAs基板上に成長したAlGaAs-GaInAs歪み量子井戸レーザ（波長 $0.9\mu\text{m}$ ないし $1.0\mu\text{m}$ ）を用いることも可能である。さらに、半導体レーザではなく上記と同様の材料系の発光ダイオードを用いることも可能である。これらGaAs基板上に成長した発光素子はInP基板上に成長した発光素子に比べて低コストに製造が可能である。そして、この中で特にAlGaAs系レーザ（波長 $0.75\mu\text{m}$ ないし $0.88\mu\text{m}$ ）は低コストである。したがって、モードカットフィルタ4の特性はこの波長領域に合わせて設計するのが特に望ましい。

【0020】また、受光素子2として本実施例ではSi-APD

を用いても良い。Si基板上に成長したフォトダイオードはInP基板上に成長した受光素子よりも低コストで製造可能である。ただし、受光感度は $1.0\mu\text{m}$ 付近より短波長にしか感度が無い。またSi系フォトダイオードに代えてGaAs系フォトダイオードを用いることもできる。GaAs系フォトダイオードはInP系フォトダイオードより低コストであり、Si系フォトダイオードよりは高速動作が可能である。GaAs系フォトダイオードであれば 2.5Gbps あるいは 10Gbps の速度で動作させることが可能であるという利点がある。Si系フォトダイオードは 2.5Gbps 以上での動作は困難である。

【0021】それから、既設のシングルモードファイバには $1.3\mu\text{m}$ から $1.65\mu\text{m}$ の範囲で使われるように設計されたものが特に多く、モードカットフィルタ4の特性をこの波長領域に合わせるのが特に望ましい。

【0022】〔第2実施例〕図3は本発明の第2実施例の光送受信機を示す上面図である。本実施例では平面状光導波路基板11上にWDMカプラ14を構成し、光ファイバ12と平面状光導波路基板11との接合部13によってモードカットフィルタ13を形成している。半導体レーザ1、受光素子2については図1に示した第1実施例と同様である。本実施例におけるモードカットフィルタ13は平面状光導波路基板11上の導波路15の断面積を小さく作っており、短波長側で単一モードとなるようにしてある。光ファイバ12は通常の伝送用シングルモード光ファイバ（長波長で伝送モードが単一の光ファイバ）であるので、短波長では光ファイバ12には複数の伝送モードが存在している。上記のように光導波路15と光ファイバ12を接続することによってモードカットフィルタを実現することができる。

【0023】本実施例では短波長側でシングルモードの平面状光導波路と長波長側でシングルモードの光ファイバとを組み合わせるモードカットフィルタを構成したが、反対に、短波長側でシングルモードの光ファイバと長波長側でシングルモードの平面状光導波路を組み合わせるモードカットフィルタを構成することもできる。さらに、短波長側でシングルモードの平面状光導波路と長波長側でシングルモードの平面状導波路とを組み合わせるモードカットフィルタを作ることでもできる。

【0024】また、上記の説明では、光ファイバのコア径を変える、あるいは光導波路の断面積を変えて、伝送モードが単一である波長帯を変えていたが、コア径ではなく、コアとクラッドの屈折率差を変えることによって伝送モードが単一である波長を変えることも可能である。

【0025】

【発明の効果】本発明のモードカットフィルタを搭載した光送受信機によれば、低価格な短波長光送受信機と既設の長波長用シングルモード光ファイバを用いて、モード

間遅延の問題の生じない広帯域信号伝送を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の光送受信機の構成を示す概略図である。

【図2】 本発明の第1実施例の光送受信機による通信の様子を示す概略図である。

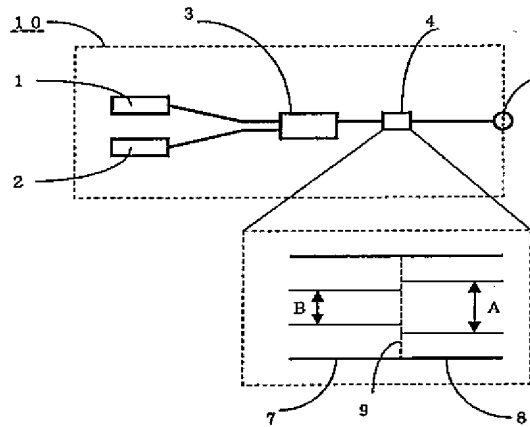
【図3】 本発明の第2実施例の光送受信機の構成を示す上面図である。

【図4】 コア径と波長によって伝送モードが単一になったり複数になったりすることを説明する概略図である。

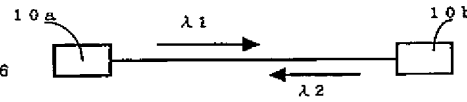
【符号の説明】

1…半導体レーザ、2…受光素子、3…WDM（波長多重）光ファイバカプラ、4…モードカットフィルタ、6…光送受信機10の入出力ポート、7…第1の光ファイバ（短波長において伝送モードが単一）、8…第2の光ファイバ（長波長において伝送モードが単一）、9、第1の光ファイバ7と第2の光ファイバ8との溶接面、10、10a、10b…第1実施例の光送受信機、11…平板状光導波路基板、12…光ファイバ、13…モードカットフィルタ、14…WDM（波長多重）光ファイバカプラ、15…光導波路。

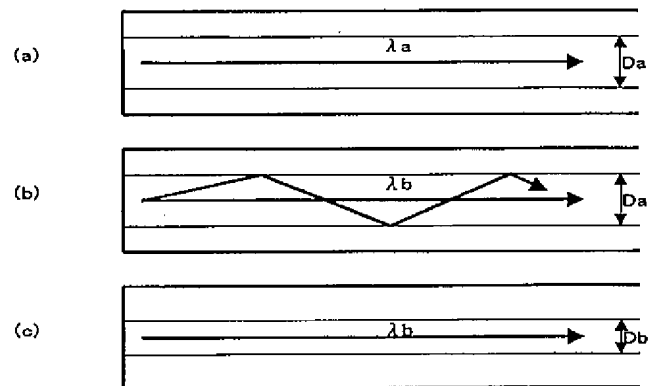
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

